

## **POTENSI GANYONG (*Canna edulis* Kerr) DARI MALANG SELATAN SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETHANOL DENGAN PROSES HIDROLISA ASAM**

***Faidliyah Nilna Minah***

Dosen Teknik Kimia FTI ITN Malang

### **ABSTRAKSI**

*Penelitian ini bertujuan untuk menggali potensi ganyong dari wilayah Kabupaten Malang, terutama daerah Malang Selatan sebagai bahan baku bioethanol yang bernilai ekonomis. Penelitian diawali dengan merubah pati ganyong menjadi glukosa melalui proses hidrolisa asam, dimana proses hidrolisa yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui konsentrasi dan jenis asam terhadap kadar glukosa yang dihasilkan dari tepung ganyong. Untuk menghasilkan kualitas ethanol yang tinggi, maka dapat digunakan metode penelitian dengan menggunakan perbedaan jenis katalis dan konsentrasi asam, dimana jenis katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah HCl dan HNO<sub>3</sub> dengan konsentrasi 1,5%-7,5%. Dari penelitian didapatkan hasil bahwa jenis dan konsentrasi asam sangat berpengaruh terhadap kadar glukosa yang dihasilkan dari tepung ganyong, dimana semakin besar konsentrasi asam, maka pH larutan tersebut juga akan makin menurun. Kadar glukosa tertinggi sebesar 86,65 diperoleh pada penggunaan katalis asam HCl dengan konsentrasi 6%, sedangkan pada HNO<sub>3</sub> dengan konsentrasi 6% dihasilkan kadar glukosa sebesar 87,20; sedangkan waktu fermentasi yang optimum untuk HCl dan HNO<sub>3</sub> adalah 12 hari, dimana dari hasil fermentasi diperoleh kadar ethanol sebesar 12,87% dengan penggunaan HCl dan 14,57% dengan penggunaan HNO<sub>3</sub>.*

**Kata Kunci:** Tepung Ganyong, Hidrolisis, Glukosa, Fermentasi, Bioethanol.

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Saat ini telah berkembang pemanfaatan ethanol sebagai bahan bakar alternatif yang selanjutnya dapat diproses menjadi bioethanol. Bioethanol dapat dibuat dari bahan-bahan bergula atau bahan berpati seperti tebu, nira nipah, sagu, sorgum, ubi kayu, ubi jalar, ganyong, dll. Bahan-bahan tersebut banyak tersedia di Indonesia, sehingga sangat berpeluang untuk digunakan sebagai energi alternatif. Bioethanol sangat berpotensi dikembangkan di

Indonesia, karena didukung oleh potensi lahan yang luas, sumberdaya manusia (petani), keanekaragaman hayati, dan sumberdaya alam yang melimpah.

Bahan yang belum dimanfaatkan secara optimal sebagai penghasil sumber karbohidrat adalah umbi ganyong. Ganyong (*Canna edulis Kerr*) adalah tanaman yang cukup potensial sebagai sumber karbohidrat, maka sudah sepatutnya dikembangkan. Tanaman ini sangat berpotensi dikembangkan di daerah-daerah seluruh Indonesia, terutama di daerah Malang yang sejuk karena pada dasarnya tanaman ini sangat mudah tumbuh. Hasilnya, selain dapat digunakan untuk penganekaragaman menu rakyat, juga mempunyai aspek yang penting sebagai bahan dasar industri. Produksi bioethanol dari ganyong (*Canna edulis Kerr*) diproses dengan cara hidrolisa, untuk menguraikan pati menjadi glukosa, yang kemudian dilakukan proses fermentasi dengan menggunakan *khamir saccharomyces cereviceae* hingga menghasilkan ethanol.

Hidrolisa adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai. Pada reaksi hidrolisa pati dengan air, air akan menyerang pati pada ikatan 1-4  $\alpha$  glukosida menghasilkan *dextrin*, sirup, atau glukosa yang bergantung pada derajat pemecahan rantai polisakarida dalam pati. Reaksinya merupakan reaksi order satu jika digunakan air yang berlebih, sehingga perubahan reaktan dapat diabaikan. Reaksi antara air dan pati ini berlangsung sangat lambat, sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Katalisator ini bisa berupa asam maupun enzim. Katalisator asam yang biasa digunakan adalah asam klorida, asam nitrat, dan asam sulfat. Dalam industri pada umumnya digunakan asam klorida sebagai katalisator. Pemilihan ini didasarkan bahwa garam yang terbentuk setelah penetralan hasil merupakan garam yang tidak berbahaya, yaitu garam dapur. Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi hidrolisa pati adalah suhu reaksi, waktu reaksi, pencampuran pereaksi, konsentrasi katalisator, dan kadar suspensi.

Penelitian tentang bioethanol didahului oleh peneliti seperti:

- Bioethanol dengan proses hidrolisis asam oleh Lili Suraya Eka Putri (2008) yang menggunakan katalis asam HCl, HNO<sub>3</sub>, dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 3% - 7%, sehingga didapatkan hasil yang paling optimum untuk menghasilkan glukosa paling tinggi dengan jenis asam HNO<sub>3</sub> pada konsentrasi 7% dengan kadar glukosa sebesar 48090 ppm menggunakan suhu operasi  $\pm 120^{\circ}\text{C}$  dalam waktu 1 jam.
- Pengaruh hidrolisa asam pada proses sakarifikasi pati limbah kulit pisang terhadap kualitas bioethanol oleh Ahmad Zakaria (2006) yang menggunakan katalis asam HCl dan HNO<sub>3</sub> pada konsentrasi 7% - 10% dengan volume 80 ml serta perbandingan bahan dan air sebesar 1 : 4 dan kondisi operasi hidrolisis  $105^{\circ}\text{C}$ - $120^{\circ}\text{C}$ , sehingga didapatkan hasil yang paling optimum pada HCl dan HNO<sub>3</sub> dengan

konsentrasi 10% sebesar 13,0335% dan HCl sedangkan 13,9200% untuk  $\text{HNO}_3$ .

- Bioetanol fuel grade talas oleh Endah Retno (2006) yang menggunakan penambahan NaOH untuk menetralkan pH pada glukosa hasil hidrolisis.

Dalam penelitian ini umbi ganyong dikonversi terlebih dahulu menjadi tepung sebelum dihidrolisis dengan suhu operasi  $\pm 105^\circ\text{C}$  dalam waktu 1 jam, sedangkan pada penelitian Lili Suraya Eka Putri bahan baku (umbi ganyong) direbus terlebih dahulu sebelum kemudian dihidrolisis dengan suhu operasi  $\pm 120^\circ\text{C}$  dalam waktu 1 jam. Asam akan memecah molekul pati secara acak menjadi glukosa. Pati yang telah mengalami perlakuan hidrolisis asam akan lebih mudah difermentasi menjadi ethanol. Semakin besar hasil hidrolisis pati menjadi glukosa diharapkan semakin besar pula ethanol yang dihasilkan melalui proses fermentasi. Melihat hasil penelitian sebelumnya masih bervariasi, maka penelitian tentang hidrolisa tepung pati ganyong masih sangat perlu dilakukan. Dengan penelitian ini diharapkan dapat menemukan solusi untuk mengetahui jenis katalis asam yang optimum dalam menghidrolisis pati menjadi glukosa.

### Rumusan Masalah

Pembuatan bioethanol dari ganyong dengan proses hidrolisis asam dan fermentasi sangat dipengaruhi oleh faktor antara lain: jenis katalis asam, konsentrasi katalis asam, dan waktu optimal dalam proses fermentasi; sehingga penelitian tentang hidrolisa pati ganyong dengan variasi jenis dan konsentrasi asam perlu dilakukan untuk mengetahui hasil yang optimal dalam rangka menyiapkan bahan baku untuk menghasilkan bioethanol dengan kadar yang tinggi.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan jenis asam terhadap kadar glukosa yang dihasilkan dari tepung ganyong dengan proses hidrolisis asam. Selain itu, manfaat dari penelitian ini antara lain memberikan alternatif sumber energi yang dihasilkan dari pengolahan ganyong secara *anaerob*, meningkatkan produksi bioethanol dalam negeri, serta hasil bioethanol dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomis dari ganyong.

## LANDASAN TEORI

### Tepung Ganyong

Gayong adalah sejenis umbi-umbian yang dapat dimakan setelah direbus. Apabila dijadikan tepung atau pati dapat dipakai sebagai campuran

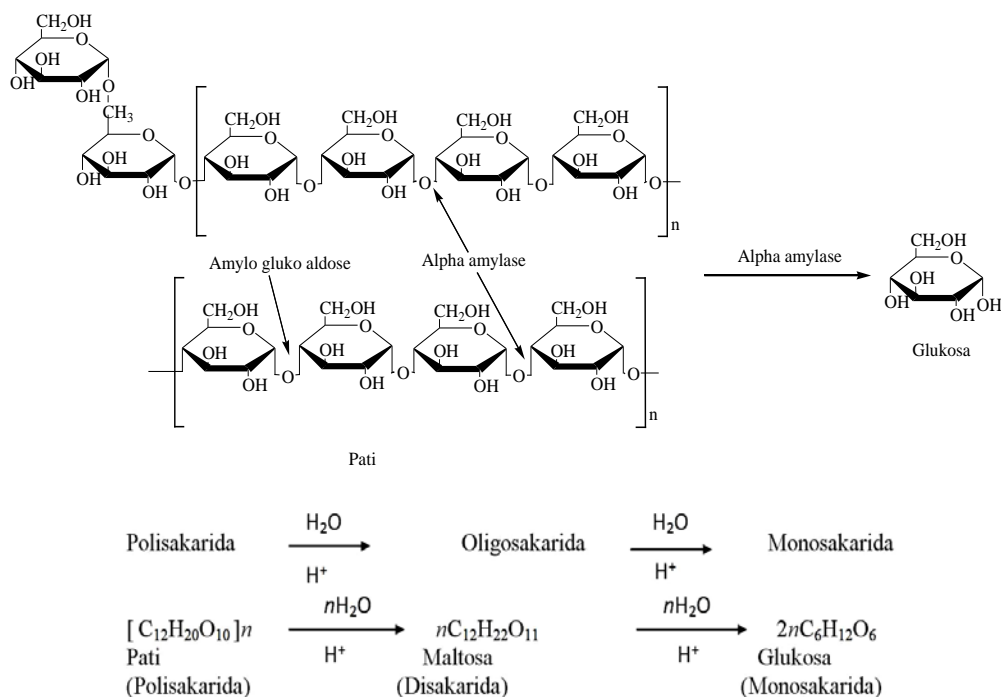
berbagai makanan yang enak seperti kue. Yang dimaksud dengan tepung ganyong adalah tepung yang dibuat langsung dari umbinya yang sudah tua dan baik (tidak ada tanda-tanda kebusukan). Tepung ganyong dapat dibuat dengan cara mencuci bersih umbi ganyong, iris tipis kemudian dikeringkan hingga kering dan mudah dipatahkan. Selanjutnya, ditumbuk dan diayak untuk dijadikan tepung ganyong (<http://www.ristek.go.id>. 20 Januari 2011).

## Hidrolisis

Hidrolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan air untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya. Hidrolisis pati merupakan proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusunnya yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa, maltosa, dan glukosa.

Hidrolisis berlawanan dengan hidrasi yang merupakan penambahan elemen-elemen air pada ikatan ganda, tetapi tidak terkait dengan fragmentasi molekul, dimana molekul tidak terpecah menjadi dua senyawa baru.

Untuk mengubah pati menjadi gula diperlukan proses hidrolisis melalui reaksi sebagai berikut:



**Gambar 1.**  
**Reaksi Hidrolisa Enzim dan Asam**

Pada reaksi hidrolisis pati dengan air, reaksi antara air dan pati ini berlangsung sangat lambat, sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Hidrolisis pati ini dapat dilakukan dengan katalis asam, kombinasi asam dan enzim, serta kombinasi enzim dan enzim (<http://www.wordpress.com>. 20 Januari 2011).

### **Hidrolisis Asam**

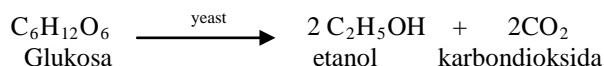
Dalam metode hidrolisis asam, biomassa lignoselulosa dipaparkan dengan asam pada suhu dan tekanan tertentu selama waktu tertentu dan menghasilkan monomer gula dari polimer selulosa dan hemiselulosa. Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam perklorat, dan asam klorida (HCl). Asam sulfat merupakan asam yang paling banyak diteliti dan dimanfaatkan untuk hidrolisis asam. Hidrolisis asam dapat dikelompokkan menjadi hidrolisis asam pekat dan hidrolisis asam encer.

Hidrolisis asam pekat merupakan teknik yang sudah dikembangkan cukup lama. Braconnot di tahun 1819 pertama menemukan bahwa selulosa bisa dikonversi menjadi gula yang dapat difermentasi dengan menggunakan asam pekat. Hidrolisis asam pekat menghasilkan gula yang tinggi dibandingkan dengan hidrolisis asam encer, dengan demikian akan menghasilkan ethanol yang lebih tinggi. Hidrolisis asam pekat dapat dilakukan pada suhu rendah. Namun demikian, konsentrasi asam yang digunakan sangat tinggi (30%-70%). Proses ini juga sangat korosif karena adanya pengenceran dan pemanasan asam. Proses ini membutuhkan peralatan yang metal yang mahal atau dibuat secara khusus. *Recovery* asam juga membutuhkan energi yang besar. Di sisi lain, jika menggunakan asam sulfat, dibutuhkan proses netralisasi yang menghasilkan limbah gypsum/kapur yang sangat banyak. Dampak lingkungan yang kurang baik dari proses ini membatasi penggunaan asam perklorat dalam proses ini. Hidrolisis asam pekat juga membutuhkan biaya investasi dan pemeliharaan yang tinggi, dimana hal ini mengurangi ketertarikan untuk komersialisasi proses ini.

Kelemahan dari hidrolisis asam encer adalah degradasi gula hasil dalam reaksi hidrolisis dan pembentukan produk samping yang tidak diinginkan. Degradasi gula dan produk samping ini tidak hanya akan mengurangi hasil panen gula, tetapi juga dapat menghambat pembentukan ethanol pada tahap fermentasi selanjutnya. Beberapa senyawa inhibitor yang dapat terbentuk selama proses hidrolisis asam encer adalah furfural, 5-hydroxymethylfurfural (HMF), asam levulinik (levulinic acid), asam asetat (acetic acid), asam format (formic acid), asam uronat (uronic acid), asam 4-hydroxybenzoic, asam vanilik (vanilic acid), vanillin, phenol, cinnamaldehyde, formaldehida (formaldehyde), dan beberapa senyawa lain.

## Fermentasi

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Gula adalah bahan yang umum dalam fermentasi. Beberapa contoh hasil fermentasi adalah ethanol, asam laktat, dan hidrogen. Akan tetapi, beberapa komponen lain dapat juga dihasilkan dari fermentasi seperti asam butirat dan aseton. Ragi dikenal sebagai bahan yang umum digunakan dalam fermentasi untuk menghasilkan ethanol dalam bir, anggur, dan minuman beralkohol lainnya. Proses fermentasi oleh *saccharomyces cereviceae* ditunjukkan dengan reaksi sebagai berikut:



**Gambar 2.**  
**Reaksi Glukosa Menjadi Etanol**

Bioethanol adalah ethanol (alkohol) yang dibuat/direkayasa dari biomassa (tanaman) melalui proses biologi (enzimatik dan fermentasi). Bioetanol tidak berwarna dan tidak berasa, tetapi memiliki bau yang khas. Bioetanol dikenal sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan, karena bersih dari emisi bahan pencemar.

Bahan baku bioetanol antara lain adalah sebagai berikut (Paramida, 2010):

- Bahan berpati berupa: singkong, atau ubi kayu, ubi jalar, tepung sagu, biji jagung, biji sorgum, gandum kentang, ganyong, garut, umbi dahlia, kulit pisang dan lain-lain.
- Bahan bergula, berbentuk molasses (tetes tebu), nira tebu, nila kelapa, nila batang sorgum manis, nira aren (enau), nira nipah, gewang, nira lontar dan lain-lain.
- Bahan berselulosa, berupa limbah logging, limbah pertanian seperti jerami padi, ampas tebu, jenggel (tongkol) jagung, onggok (limbah tapioka), batang pisang, serbuk gergaji (grajen) dan lain-lain.

Sebagai bahan bakar, umumnya penggunaan bioethanol masih dalam bentuk campuran dengan bensin pada konsentrasi 10% (E – 10), yaitu 10% bioetanol dan 90% bensin. Campuran bioethanol dalam bensin itu dikenal dengan istilah gasohol. Penambahan ethanol dalam bensin disamping dapat menambah volume BBM, juga dapat meningkatkan nilai oktan bensin. Selain itu, penambahan ethanol dalam bensin dapat berfungsi sebagai pengganti MTBE (*Methyl tertiary buthyl ether*) yang digunakan sebagai bahan aditif dalam bensin (Hambali dkk 2007).

## METODOLOGI

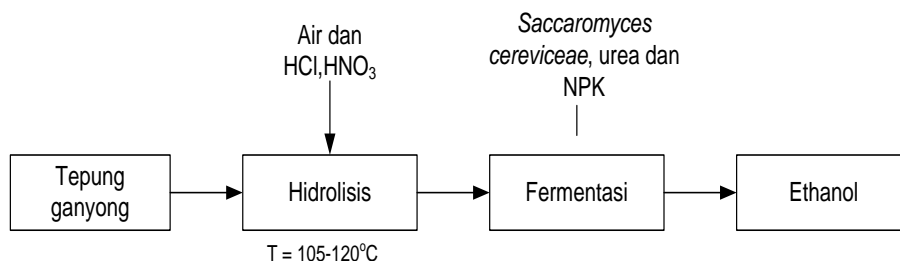
### Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk ethanol dari pati ganyong (*Canna edulis Ker*) adalah metode eksperimen atau percobaan. Tujuan dari metode ini adalah untuk mendapatkan optimasi jenis serta konsentrasi katalis asam yang harus digunakan pada proses hidrolisa pati, sehingga dapat dihasilkan kualitas ethanol yang paling tinggi dari proses fermentasi.

### Variabel Penelitian

- Jenis bahan : tepung ganyong
- Suhu proses hidrolisis : 105°C
- Waktu hidrolisis : 1 jam
- Jenis katalis asam : HCl dan HNO<sub>3</sub>
- Konsentrasi : 1,5%; 3%; 4,5%; 6%; dan 7,5%
- Suhu proses fermentasi : 28°C

### Diagram Alir Penelitian

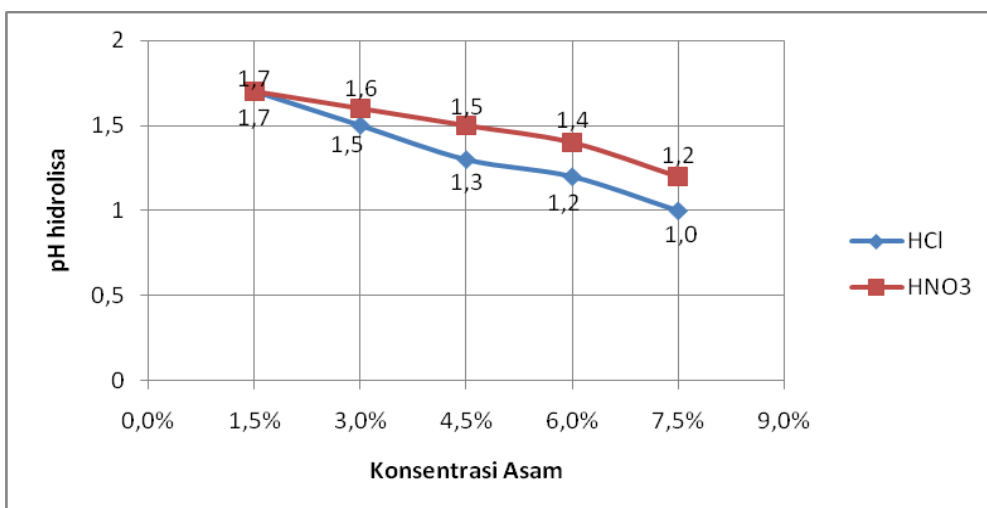


**Gambar 3.**  
**Diagram Alir Penelitian**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

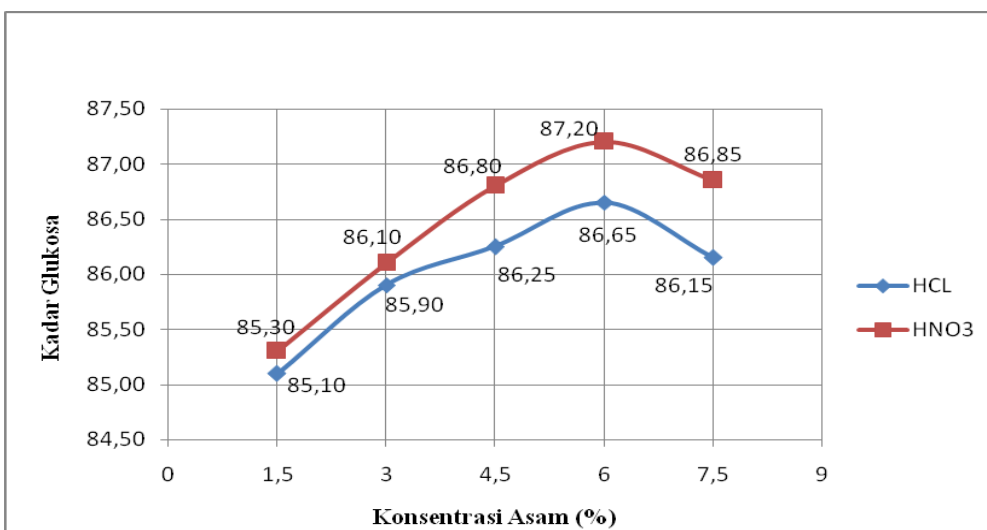
Pada penelitian ini dapat ditunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi asam dan pH hidrolisis berbanding terbalik, dimana semakin besar konsentrasi asam, maka pH awal proses hidrolisis akan semakin kecil, sebagaimana terlihat pada Gambar 4. Hal ini sesuai dengan kenyataan bahwa jika konsentrasi asam dalam larutan makin besar, maka pH larutan tersebut juga akan makin menurun/kecil. Hal ini disebabkan semakin besar konsentrasi asam, maka konsentrasi ion hidrogen (H<sup>+</sup>) juga akan semakin besar, dimana nilai pH bergantung pada nilai H<sup>+</sup> yang sesuai dengan teori atau rumus berikut:

$$pH = -\log[H^+]$$

**Gambar 4.**

**Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Asam dengan pH Awal Proses Hidrolisis**

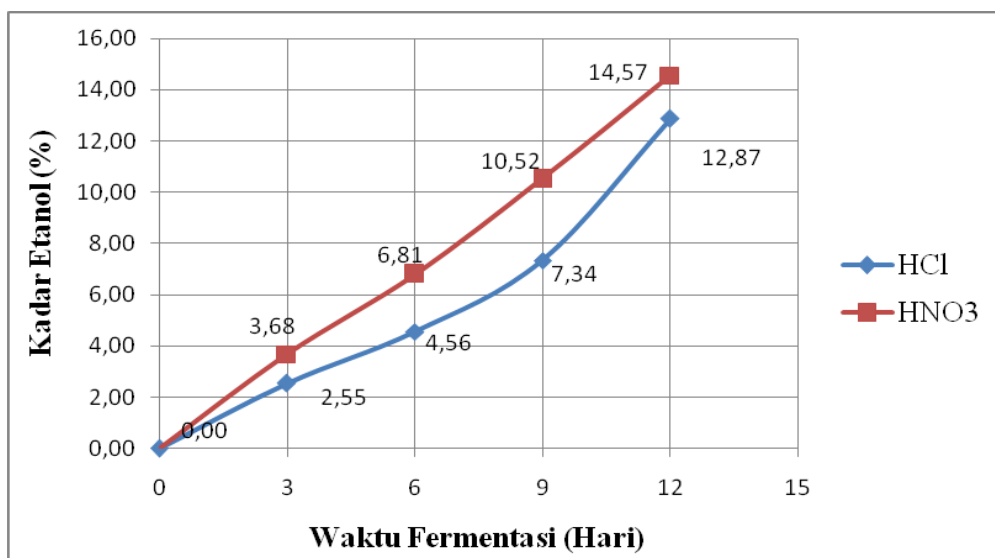
Selain hal tersebut di atas, dari hasil penelitian juga didapatkan hasil kadar glukosa hasil hidrolisis dengan katalis asam HCl pada konsentrasi 1,5%; 3%; 4,5%; 6%; 7,5% berturut-turut adalah 85,10%; 85,90%; 86,25%; 86,65%; dan 86,15%. Sedangkan kadar glukosa yang didapat dari proses hidrolisis dengan katalis asam HNO<sub>3</sub> pada konsentrasi 1,5%; 3%; 4,5%; 6%; 7,5% berturut-turut adalah sebesar 85,30%; 86,10%; 86,80%; 87,20%; dan 86,85%. Hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini:

**Gambar 5.**

**Grafik Hubungan antara Konsentrasi Asam dengan Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis**



Dari hasil tersebut dapat dilihat kecenderungan kadar glukosa yang didapatkan dari hasil proses hidrolisis tepung ganyong dengan katalis asam  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{HCl}$  pada konsentrasi 1,5%-6% cenderung meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi katalis, tetapi pada konsentrasi  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{HCl}$  7,5% kadar glukosa yang dihasilkan dari hasil hidrolisis menurun. Hal ini disebabkan pada konsentrasi 6% baik  $\text{HCl}$  maupun  $\text{HNO}_3$  telah mencapai titik optimum terjadinya proses hidrolisa, dimana pada titik ini kesetimbangan rasio antara ion  $\text{H}^+$  pada asam dan ion  $\text{OH}^-$  pada air memecah pati dan membentuk glukosa telah menunjukkan batas maksimal. Dengan demikian, pada konsentrasi asam 7,5% baik  $\text{HCl}$  maupun  $\text{HNO}_3$  mengalami penurunan kadar glukosa yang disebabkan jumlah ion  $\text{OH}^-$  dari air semakin sedikit.



Gambar 6.

Grafik Hubungan antara Waktu fermentasi dengan Kadar Etanol Hasil Fermentasi

Penelitian ini mengambil kadar glukosa tertinggi yang dihasilkan dari keseluruhan proses hidrolisis untuk kemudian dilakukan proses yang lebih lanjut, yaitu fermentasi. Fermentasi dilakukan selama 12 hari dan selama proses fermentasi berjalan, dilakukan pengambilan sampel pada hari ke-0, ke-3, ke-6, ke-9, dan hari ke-12. Dari kedua katalis yang digunakan, yaitu  $\text{HCl}$  dan  $\text{HNO}_3$ , ternyata kadar ethanol yang terbaik diperoleh dengan menggunakan katalis  $\text{HNO}_3$ . Hal ini disebabkan oleh *Saccharomyces cereviceae* yang membutuhkan nutrisi cukup penting. Nutrisi yang dibutuhkan yaitu karbon, hidrogen, fosfor, kalsium sulfur, besi, dan magnesium.

Pada gambar 6 di atas dapat terlihat bahwa kadar ethanol dengan menggunakan katalis  $\text{HNO}_3$  lebih tinggi dibandingkan dengan yang

menggunakan katalis HCl. Hal ini dikarenakan  $\text{HNO}_3$  memiliki kandungan yang dibutuhkan oleh *saccharomyces cereviceae* dalam pertumbuhannya. Selain itu, kadar glukosa yang dihasilkan juga terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan katalis HCl. Semakin tinggi glukosa yang diperoleh pada proses hidrolisis, maka kadar ethanol yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena banyaknya bahan (glukosa) yang difermentasikan, sehingga diperoleh kadar ethanol yang dihasilkan juga lebih tinggi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan:

- Konsentrasi asam sangat berpengaruh terhadap pH larutan. Semakin tinggi konsentrasi asam, maka akan semakin rendah pula pH larutan sebelum dan setelah di-hidrolisis.
- Hasil kadar glukosa terbaik pada proses hidrolisis terdapat pada jenis asam  $\text{HNO}_3$  dengan konsentrasi asam sebesar 6% sebesar 87,20%, sedangkan jenis asam HCl dengan konsentrasi asam sebesar 6% sebesar 86,65%.
- Hasil fermentasi terbaik terdapat pada jenis asam  $\text{HNO}_3$  dengan waktu fermentasi 12 hari diperoleh kadar sebesar 14,57%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Annonymous. *canna-edulis*. <http://www.id.wikipedia.org>. 20 Januari 2011.
- \_\_\_\_\_. *etanol*. <http://www.id.wikipedia.org>. 20 Januari 2011.
- \_\_\_\_\_. *fermentasi*. <http://www.id.wikipedia.org>. 20 Januari 2011.
- \_\_\_\_\_. *glukosa*. <http://www.id.wikipedia.org>. 10 Januari 2011.
- \_\_\_\_\_. *saccharomycess\_cereviceae*. <http://www.id.wikipedia.org>. 10 Januari 2011.
- \_\_\_\_\_. *Tepung Ganyong*. <http://www.ristek.go.id>. 20 Januari 2011.
- \_\_\_\_\_. *Kandungan gizi umbi-umbian*. <http://www.dikawiwit06.blogspot.com>. 17 September 2011.
- \_\_\_\_\_. *aneka anaman semusim*. <http://www.kulinologi.biz> 14 April 2011.
- \_\_\_\_\_. [www.digilib.uns.ac.id](http://www.digilib.uns.ac.id).
- \_\_\_\_\_. [www.lipi.go.id/Bioetanol](http://www.lipi.go.id/Bioetanol).
- \_\_\_\_\_. [www.scribd.com/fermentasi](http://www.scribd.com/fermentasi).
- \_\_\_\_\_. [www.scribd.com/hidrolisis\\_pati\\_Fazza](http://www.scribd.com/hidrolisis_pati_Fazza).
- Bukabi. *Umbi Ganyong*. <http://www.wordpress..com>. 2 Februari 2009.
- Cairns, Donald. 2004. *Intisari Kimia Farmasi*. Edisi ke-2. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Entjo, Sukarsa. 2010. *Tanaman Ganyong*. [http://www.bbp2\\_lembang.info](http://www.bbp2_lembang.info). 25 Agustus 2011.
- Hambali, Erliza, dkk. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.

- Indah, Sri. 2009. *Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Glukosa dari Pati Jagung dengan Proses Hidrolisa dengan Kapasitas 1200 ton/tahun*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Isroi. *Hidrolisa Asam*. <http://www.wordpress.com>. 20 Januari 2011.
- \_\_\_\_\_. *Hidrolisa enzim*. <http://www.wordpress.com>. 20 Januari 2011.
- Paramida, Nia Rizki. 2010. *Tepung Ganyong*. 7 Oktober 2010.
- Prihandana, Rama dkk. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu: Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.
- Putri, Utami Yudi. 2009. *Peningkatan Mutu Pati Ganyong Melalui Perbaikan Proses Produksi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rahmayanti, Dian. 2010. *Pemodelan dan Optimasi Hidrolisa Pati Menjadi Glukosa dengan Metode Artificial Neural Network-Genetic Algorith*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Retno, Endah, dkk. 2006. *Bioethanol Fuel Grade Talas*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Sudarmadji, Slamet. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi Ke-4. Yogyakarta: Liberty.
- Surraya, Lili, dkk. 2008. *Konversi Pati Ganyong Menjadi Bioethanol melalui Hidrolisis Asam dan Fermentasi*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah.
- Yanie, Noviae Sandrie. 2008. *Pembuatan Bioethanol dari Kulit Singkong Melalui Proses Hidrolisa Asam dan Enzimatis*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Zakaria, Ahmad. 2006. *Pengaruh Hidrolisa Asam pada Proses Sakarifikasi Pati Limbah Kulit Pisang Terhadap Kualitas Bioethanol*. , Serpong: Institut Teknologi Indonesia.

